

НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ. МАЛАЯ ЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.4

Белобородов И. В., Щеклеин С. Е., Немихин Ю. Е.
Уральский федеральный университет
s.e.shcheklein@urfu.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СЕТЕВОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального исследования характеристик фотоэлектрических станций, имеющих прямое соединение с электрической сетью. Установлено, что коэффициенты использования установленной мощности подобной ФЭС для условий Уральского региона не превышают 6...10 %.

Одной из разновидностей солнечных электростанций являются сетевые фотоэлектрические станции, имеющие прямое соединение с электрической сетью. Данный тип станций имеет определенные преимущества перед автономными системами. Электрическую сеть, в данном случае, можно представить как большой аккумулятор со стопроцентным КПД, который может как принимать излишки электроэнергии, так и отдавать энергию для питания нагрузки при недостатке собственной выработки ФЭС (также сеть дает опорное напряжение для сетевых инверторов). Таким образом, появляется возможность использовать фотоэлектрические станции без такого затратного элемента как аккумуляторы. С технической точки зрения, сетевые ФЭС являются оптимальным вариантом для энергоснабжения небольших потребителей уже имеющих подключение к сети. Соединенная с сетью система состоит из солнечных панелей и сетевого инвертора (рис. 1). При исчезновении напряжения во внешней сети система прекращает генерацию электроэнергии, что связано с необходимостью обеспечить безопасность при ремонтных работах в сети. Выработка электроэнергии системой и снабжение объекта происходит в дневное время. В ночное время электроэнергия потребляется объектом электроснабжения из внешней сети.

Основные преимущества соединенных с сетью систем – высокая эффективность, низкая цена и высокая надежность. Высокая эффективность обеспечивается применением в системе сетевого инвертора. Такой инвертор начинает выдавать электроэнергию в сеть, начиная с минимального значения мощности, генерируемой солнечными панелями (с первыми лучами солнца система снабжает объект электроэнергией). Низкая цена обусловлена отсутствием аккумуляторов. Система обладает высокой надежностью, так как состоит из оборудования, не требующего специального обслуживания (отсутствуют движущиеся детали и ак-

кумуляторы). Подключение достаточного количества солнечных панелей позволяет снизить потребление объектом электроэнергии из внешней сети и компенсировать энергодефицит при пиковом энергопотреблении в дневное время.



Рис. 1. Принципиальная схема сетевой ФЭС

Для исследования работы данного типа ФЭС в условиях Уральского региона, на кафедре АСиВИЭ УрФУ была собрана и испытана установка мощностью 500 Вт, со следующим составом элементов [1, 2]:

- 3 монокристаллических панели мощностью 180 Вт (соединены последовательно);
- сетевой инвертор StecaGrid 500, мощностью 500 Вт;
- двунаправленный счетчик электрической энергии МАЯК 101АРТД;
- 2 электрических шкафа с размещенным в них основным и вспомогательным оборудованием.

Рассмотрим и проанализируем работу станции за период в две недели: с 1 по 14 июля. Для более равномерного распределения энерговыработки по месяцам в течение года, солнечные панели были установлены вертикально, под углом 90 градусов к горизонту. Нагрузка на этот период (2 недели), которую можно подключать к ФЭС не задействована, чтобы вся выработка электроэнергии уходила в сеть (за исключением собственных потерь системы). Результаты по генерации энергии в сеть представлены на рис. 2.

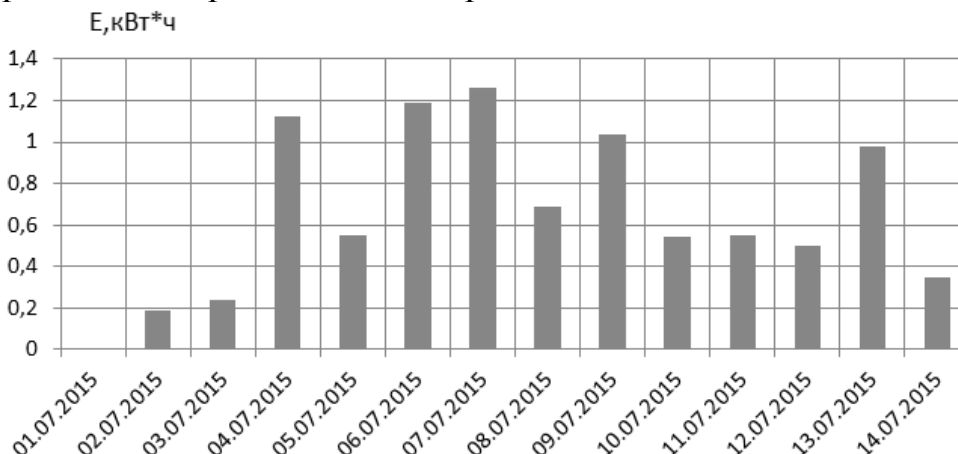


Рис. 2. Выработка электроэнергии в сеть за период 01.07 – 14.07

Как видно из графика, средняя выработка электроэнергии за день значительно зависит от солнечной инсоляции (рис. 3) и находится в интервале от 0,2 до 1,2 кВт·ч в день.

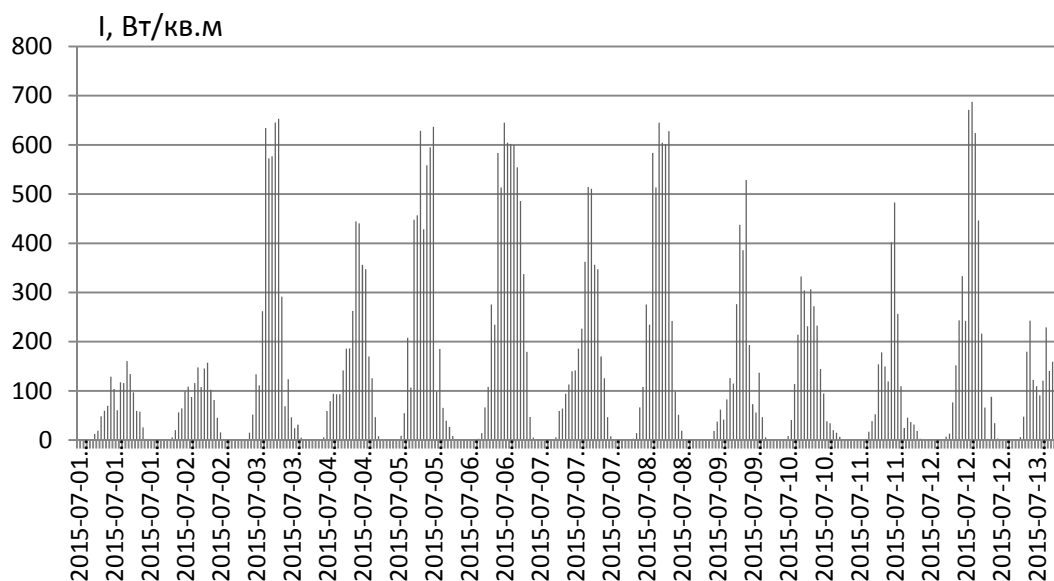


Рис. 3. Солнечная инсоляция за период 01.07–14.07 (среднечасовые значения)

Полученные данные позволили определить коэффициент использования установленной мощности (КИУМ) ФЭС:

$$K_{\text{иум}} = (\mathcal{E}_{\text{факт}} / (P_{\text{фэс}} \cdot T_i)) 100\%,$$

где $\mathcal{E}_{\text{факт}}$ – фактическое производство энергии за период измерения, кВт·ч; $P_{\text{фэс}}$ – паспортная пиковая мощность ФЭС, кВт; T_i – продолжительность периода, ч.

Полученные суточные значения КИУМ для данного периода изменялись в диапазоне от 2 до 6 % при среднем значении за период измерений 4 %.

Анализ результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Выработка электроэнергии станцией мощностью 500 Вт в условиях г. Екатеринбурга составит не более 300-400 кВт·ч в год.
2. КИУМ фотоэлектрической станции находится в пределах от 2 до 6 %.
3. Срок окупаемости ФЭС при тарифах на электроэнергию в странах ЕС (30 евроцентов) менее 7 лет. Для тарифов, установленных для промышленных предприятий в России, 12-15 лет.
4. Возможно повышение эффективности ФЭС до 40 % с использованием систем сезонной и суточной ориентации на солнце.

Список использованных источников

1. Shcheklein S. E., Nemikhin Y. E., Popov A. I., Jaylani A. T. Monitoring system of environmental stochastic characteristics and renewable energy units efficiency in extreme continental climate // CMEM 2015: 17th International Conference on Computational Methods and Experimental Measurements, 5-7 May, 2015. Opatija, Croatia. WIT Press, 2015. Vol. 195.
2. Немихин Ю. Е., Матвеев А. В., Немков Д. А., Одинаев И. Н. Разработка и создание системы слежения за положением солнца // Технические науки в мире: от теории к практике: Сборник научных трудов по итогам II международной научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2015. С. 35-38.